**Pinewood derby**

|  |
| --- |
| **Et inspirationsforløb til Fysik C Lærervejledning** |

**OM FORLØBET**

**Fag og niveau:** Fysik C. Men er muligt at arbejde med på alle niveauer.

**Antal lektioner:** 7 lektioner à 90 minutter.

**Kernestof:**

* Energi
* Energiformer
* Energiomsætning
* Nyttevirkning

**EVT. SUPPLERENDE STOF**

* Friktion

**Udarbejdet af:** Torben Aagaard, [to@egaa-gym.dk](mailto:to@egaa-gym.dk), Egaa Gymnasium og Adam Etches, [ae@egaa-gym.dk](mailto:ae@egaa-gym.dk), Egaa Gymnasium.

**INTRODUKTION TIL FORLØBET**

Forløbet baserer sig på ”Pinewood Derby”-konceptet, som i 1953 opstod i ”Cub Scouts”-spejderorganisationen i Amerika. Pinewood Derby er et racerløb for hjemmelavede træbiler på en lang rampe.

I forløbet skal eleverne i grupper opnå viden og færdigheder til at designe, bygge og modificere deres egen træbil, med det formål at producere den hurtigste og mest effektive bil. For at klare udfordringen, inviteres de til at overveje hvilke faktorer der har betydning for bilens fart, og undersøge hvordan disse kan optimeres.

En forudsætning for at forløbet kan gennemføres som beskrevet, er at der er adgang til en laserskærer. Men med justering af materialet vil man også kunne klare sig uden.

**Om elevarbejdet**

Forløbet indledes med en præsentation af nedenstående narrativ og problem, som fungerer som introduktion til selve udfordringen. Eleverne præsenteres også for de kriterier, der er til Pinewood Derby-bilerne og rammen for deres arbejde.

Ligeledes introduceres de til Engineering designprocessen og de enkelte delprocesser (se første lektion i lektionsplanen). Forløbet kan justeres, alt efter hvor meget tid, der er til rådighed. Forløbet er struktureret efter de enkelte delprocesser, men man kan vælge at tage eleverne igennem delprocesserne i en anden rækkefølge og tilpasse materialet og lektionsplanen herefter.

**Elevopgaven**

ELEVOPGAVEN (Narrativ, udfordring, kriterier) kopieres ud af lærervejledningen og uploades i et selvstændigt dokument, som kan udleveres til eleverne/uploades i Lectio). Elevopgaven skrives, så den henvender sig direkte til eleverne med klar rammesætning og instruktioner.

**Narrativ og problem**

3-2-1-NU! Løbet er i gang! Hvem kommer først? Pinewood Derby er leg og konkurrence. Det er racerløb med hjemmelavede træbiler, fysik og vind i håret!

I Pinewood Derby kører biler på størrelse med din madkasse om kap nedad en lang rampe, og kæmper om at komme først – kun ved brug af fysikkens love.

I dette forløb dyster din gruppe mod andre grupper på fysikviden, designskills og coolness-faktor, når I udvikler og tester jeres egen træracerbil frem mod den afsluttende – og afgørende – konkurrence.

Vores samfund har brug for energi, og vi har brug for mere og mere af det hele tiden. Én løsning er at blive ved med at finde nye metoder til energiproduktion, men det er også nødvendigt at de metoder vi har, er så effektive som muligt, så mindst mulig energi går tabt under produktionen.

For at undersøge effektivisering af energiomdannelse nærmere, har I meldt jer til den landsdækkende konkurrence i Pinewood Derby, og skal nu i gang med at udvikle den bedst mulige bil med de ressourcer I har til rådighed. Dem som bedst formår at sætte sig ind i den relevante fysikviden og udnytte den i designet af bilen, har en god chance for at hjemtage sejren.

|  |
| --- |
| **Udfordring**  Baseret på den udleverede prototype, skal I designe og udvikle den bedst mulige Pinewood Derby bil, som kan vinde konkurrencen om at blive den hurtigste racer. |

**Rammer og kriterier**

Den første bil I skal lave, bliver laserskåret. Derfor vil I blive introduceret til programmet LightBurn, som bruges til at lave designs, der senere kan overføres til en laserskærer.

Prototypen (filen) er lavet klar til jer, og skal blot skæres og samles. Derefter er jeres opgave at teste og måle denne bils køreegenskaber på rampen, og overveje hvordan den kan forbedres.

Betydningen af hver ny designændring, skal dokumenteres med måledata, der klart viser hvilken effekt ændringen havde for bilens køreegenskaber.

I forløbets sidste lektion, skal jeres bedste bil være klar på startstregen til det endelige opgør! Hurtigste bil vinder!

På skolen har I mulighed for at anvende materialer, værktøj og udstyr i Makerspace. Med 3D-print og laserskæring i fx krydsfiner, er der mulighed for at realisere helt nye bildesign, eller producere nye, tilpassede dele til jeres eksisterende bil. Det er også muligt at medbringe dele hjemmefra, hvis I har ting liggende som enten kan bidrage til at øge bilens hastighed (ikke en raketmotor), eller pimpe dens udseende.

Jeres bil skal være helt færdig i slutningen af forløbets lektion 6, så den er klar til Race Day i lektion 7!

**Naturvidenskabelige undersøgelser**

Igennem design, produktion og afprøvning af forskellige biler er det tanken, at eleverne skal begynde at overveje, hvordan de kan måle og beskrive, hvad forskellige designændringer betyder for bilens køreegenskaber (primært farten, men også fx retningsstabilitet kan komme i spil).

Mange vil nok som det første ønske at finde en metode til at måle bilens fart ved målstregen, hvilket kan lade sig gøre på forskellige måder. De første 1-2 lektioner kan fint gå med, at eleverne – samtidig med at de får samlet og prøver at køre med deres første bil – også hjælper hinanden med at få ideer til, hvordan de kan måle farten.

Der vil være forskelligt måleudstyr til stede i lokalet, specifikt fotoceller og bevægelsessensorer samt tilhørende opkobling til dataopsamlingsprogram. Uden forudgående instruktion kan de bruge tid på at finde ud af, hvordan sensorerne fungerer, og prøve at måle med dem (med relevant program allerede installeret på deres computer), men fx en simpel metode med tidtagning den sidste meter af bilens kørebane og beregning af middelfarten vil også kunne bruges. Det kan såmænd være en pointe, at denne forholdsvis lavteknologiske målemetode er den første (og måske den eneste), der tages i brug, så eleverne ikke fra første færd risikerer at ende i frustrationer over ikke at kunne få en sensor til at fungere, men kan fokusere på at blive fortrolige med deres bil.

Senere i forløbet vil det være oplagt, hvis potentiel og kinetisk energi inddrages i elevernes overvejelser om optimering. Om dette sker ved, at eleverne selv opdager, at disse begreber er relevante, eller ved at læreren ansporer disse overvejelser (fx ved brug af inspirationsvideoen til første lektion), kan afhænge af holdet og deres faglige formåen.  
I forlængelse af dette vil nyttevirkningen i processen være relevant at inddrage – forstået som andelen af potentiel energi, der omdannes til kinetisk energi. I den forbindelse vil begrebet friktion også kunne komme i spil som fokus for undersøgelser.

**INDDRAGELSE AF Engineering-didaktikKEN**

I introdokumentet (se forløbets øvrige materialer), som bruges i første lektion, præsenteres også EDP-modellen – dog uden at bruge for lang tid på dette, da eleverne skal i gang med at være aktive og helst skal nå at samle og afprøve deres bil i løbet af første eller anden lektion.

Gruppernes arbejdstempo og progression vil sandsynligvis variere meget. Frem for fælles statusopsamlinger på, hvor grupperne er i processen, kan det derfor give bedst mening med dialog med læreren på gruppeniveau, hvor eleverne forholder sig til, hvor de konkret arbejder lige nu. Læreren kan bedst selv vurdere, om det i visse situationer vil give mening at lave en fælles opsamling.

I løbet af første lektion bør man dog så vidt muligt sikre sig, at alle elever har forstået udfordringen – fx ved, at man får talt med hver enkelt gruppe, når de kommer for at få deres bil skåret i laserskæreren, eller ved, at man i slutningen af første lektion tager elevmetodekortet ”Tjek på engineering-processen” (se metodekort på Engineer the Futures hjemmeside) i brug og beder eleverne forholde sig til de første to akser. Dette metodekort tages frem flere gange undervejs i forløbet, for at eleverne kan evaluere deres proces.

**Relevante metodekort** (se lektionsplanen for nærmere beskrivelse af, hvornår de skal bruges):

 Tjek på engineering-processen.

* Logbog.
* Bordet rundt.
* Hvilken ide vælger vi?
* Arbejdstegning.
* Engineering-poster.

Alle metodekort findes på Engineer the futures hjemmeside: [Metodekort](https://engineerthefuture.dk/undervisning/engineering-i-gymnasiet/undervisningsmaterialer/metodekort/).

**APPARATUR OG MATERIALER TIL FORLØBET**

I forløbet konstrueres elevernes første bil ud af laserskåret 6 mm tyk krydsfiner, og som nævnt i introduktionen ovenfor, er dette forløb beskrevet på en måde som forudsætter dette udgangspunkt. Som det også ses i introvideoen Cub Scout Pinewood Derby (find link nederst i dette dokument), er det dog naturligvis muligt at lave biler uden en laserskærer. Ved hjælp af en træklods og almindeligt værktøj til træarbejde, samt små træ- eller plastichjul, som fås i hobbyhandlen mange steder, vil man også kunne konstruere og modificere biler til brug i forløbet.

Rampen til at køre ræs på, kan laves af hvilken som helst større træplade med påsatte lister til at afgrænse baner. Det er godt at have mindst tre, men bedst fire baner på hver rampe, så man til den afsluttende Race Day (se nedenfor) kan køre med fire biler samtidig, hvis man har otte grupper i klassen.

I den følgende liste ses materialer, som under alle omstændigheder, er gode at have til rådighed for eleverne:

* Krydsfiner (6 mm er godt) eller træklodser i forskellige størrelser og dimensioner
* Træ- eller plasthjul fra hobbyforretninger
* Søm i forskellige størrelser (til montering af hjul eller andre funktionelle eller kosmetiske genstande)
* Limpistol
* Hammer
* Sav
* Nedstryger
* Sandpapir
* Gaffatape/trælim/plasticstrips (til samling og evt. andre modifikationer af bilerne)
* Lodder (til vægtændring af biler)
* Vægt
* Tommestok/målebånd
* Klistermærker, reflekser, perler, tuschmarkers eller andet til dekoration af bilerne (her kan eleverne også selv medbringe hvad de ønsker)
* Dataopsamlingsudstyr til fartmåling, fx fotoceller og bevægelsessensorer

**Lærerforberedelser OG GODE RÅD TIL UDFØRELSEN**

Rampen (eller gerne to af dem) bør bygges inden forløbet går i gang, så eleverne med det samme kan begynde at teste deres biler. Måske skolens pedel kan hjælpe med dette.

Med skruetvinger og passende træklodser eller kiler, kan rampen fæstnes til elevborde eller laboratorieborde i lokalet.

Meget af værktøjet og materialerne beskrevet ovenfor, er i mange tilfælde godt at have flere eksemplarer af, lån fx også af pedellerne, og der er ret stor forskel på hvad de enkelte grupper får brug for.

Materiale til at dekorere bilerne kan være hvad som helst der kan bruges til at personalisere dem, og meget kan også laves blot med tuschmarkers i forskellige farver. Her kan eleverne også opfordres til at medbringe hvad de nu lige har liggende derhjemme af gamle perler, pailletter eller klistermærker – evt. fra gamle Lego-sæt.

**Refleksioner og gode råd fra underviserne**

Det beskrevne forløb blev gennemført på et 1.g stx fysik C-hold inden for de første par måneder efter undervisningens begyndelse i deres studieretning. Eleverne havde altså ret begrænset erfaring med faget fysik og med eksperimentelt arbejde.  
Hvis forløbet gennemføres senere i elevernes samlede gymnasieforløb, eller de har haft flere fysikforløb før dette, vil det formodentlig betyde en større fortrolighed med eksperimentelt arbejde og brugen af teori og beregninger til at understøtte deres undersøgelse og faglige pointer. I dette tilfælde kan man vælge at inddrage mere teori, end der er lagt op til i det følgende.

Dette forløb har som primært formål, at eleverne får erfaring med engineering-metoden, og at de får oplevelsen af at kunne gennemgå en proces, hvor de får designet, testet og forbedret deres biler samt præsenteret deres løsning til slut. Inddragelsen af teori er ikke som sådan uvigtig, men det er en pointe, at det ikke er tanken, at gennemgået teori skal danne udgangspunktet for deres designproces – den skal inddrages af eleverne (og måske af læreren) i det omfang, det viser sig naturligt eller nødvendigt undervejs.  
Dette kan betyde, at ikke alle elever nødvendigvis får indsigt i den teori, man som underviser finder relevant i denne sammenhæng. Men siden dette ikke er det primære formål, kan det være en præmis, man må acceptere. Omvendt kan man argumentere for, at det åbner et rum for, at eleverne kan udvise handlekraft og får erfaringer med at drive en (semi)åben proces fremad med en høj grad af selvstyring – noget, de har mindre mulighed for i mange andre undervisningsformer.

Hvis det i den konkrete klasse er vigtigt, at eleverne får den relevante teori med sig, kan man overveje at vente til lektion 3–4 med at introducere dette, så eleverne får mulighed for at fokusere på at lave og forbedre deres bil. I de første lektioner har man så også mulighed for at observere, hvor meget af teorien eleverne selv opsøger og begynder at anvende.  
I materialet til dette forløb er vedlagt et dokument med et eksempel på databehandling af nogle fiktive målinger, som man evt. kan bruge som udgangspunkt for inddragelse af den relevante teori, hvis man ikke vil sætte eleverne i gang med at læse decideret lærebogsstof.

Samtidig med at grupperne får laserskåret deres bil, får de også et lille ”kørekort” (kort kursus i at betjene laserskæreren) så de senere i forløbet nemmere selv kan skære nye dele til deres bil. Kørekortet tager lidt tid pr. gruppe, og det tog derfor et par lektioner at få alle grupper igennem.  
En anden tilgang kunne være at udlevere en præskåret bil til alle grupper, så de hurtigt kan komme i gang med at samle og teste deres bil. Når grupperne er i gang, kan man undervejs give dem kursus i laserskæreren. Det fjerner dog lidt af spændingen ved at komme over og skære sin egen bil i begyndelsen.

Uanset tilgangen er laserskæreren en flaskehals i begyndelsen af forløbet, og det kan være værd at overveje, hvordan man bedre kan stilladsere elevernes undersøgelser, mens de er næsten på egen hånd de første to lektioner.

Hvis man vil have lidt fokus på bilernes udseende ind i processen også, kan man på et passende tidspunkt rammesætte, at grupperne får givet deres bil et navn, og at de tilskyndes til at tage materialer med hjemmefra, som kan bruges til udsmykning. I lektionsplanen foreslås slutningen af lektion 2 til dette. Det kan synes unødvendigt fra et fagligt synspunkt, men kan være med til at motivere nogle elever og give mere ejerskab over processen.

Der skrives ikke logbog i hver lektion i det her beskrevne forløb (men i hver anden). Baggrunden for dette er mest en afvejning af tidsforbruget med tanke på, at eleverne også introduceres til mange andre nye ting i lektionerne. Hvis man vurderer, at der er tid til det, og at eleverne har brug for hyppigere at fastholde deres refleksioner og progression, kan man øge antallet af logbogsskrivninger.

**LektionsplaN**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Modul** | **Engineering designprocessen** | **Aktiviteter** | **Lærernoter** | **Materialer** |
| **1** | Et billede, der indeholder cirkel, tekst, skærmbillede, logo  Automatisk genereret beskrivelseEt billede, der indeholder tekst, cirkel, Font/skrifttype, logo  Automatisk genereret beskrivelse | Introduktion til forløbet og EDP-modellen via introdokumentet (hvor narrativ, udfordring og rammer indgår).    Gruppedannelse (lige antal grupper).    LightBurn installeres (måske som lektie).    Grupperne personaliserer deres prototypebil i LightBurn og får den skåret, samlet og testet.    Grupperne får kørekort til laserskærer.    Metodekort: ”Tjek på engineering-processen”. | *Formålet med denne lektion er at få eleverne med på ideen om Pinewood Derby og at lede dem ind i EDP-modellen, samt at de kommer i gang med at producere deres bil.*    EDP-modellen præsenteres overordnet, men det er vigtigt at eleverne kommer forholdsvis hurtigt i gang med at konstruere bilen.  Dog vigtigt at pointere for eleverne at der ikke er en ”rigtig vej” gennem delprocesserne, men at de vil komme til at genbesøge dem flere gange i forskellig rækkefølge afhængig af hvordan deres projekt udvikler sig.    Der skal laves et lige antal grupper, da de skal holde oplæg for en anden gruppe i forløbets sidste lektion.    Husk at fortælle eleverne at de skal dokumentere deres proces med fotos undervejs, så de har materiale til deres afsluttende poster.    Man kan vælge at sætte installationen af LightBurn på som lektie, men ofte vil der være en del elever der ikke har fået det til at virke, og så skal man alligevel bruge tid på det, mens dem det er lykkedes for hjemme, må vente på at komme videre.    Det er ikke sikkert alle grupper får skåret deres bil i første lektion, men alle skal gerne være nået igennem i løbet af anden lektion.    Grupperne kan også arbejde med at finde en metode til at bestemme bilens hastighed.    I slutningen af lektionen arbejder grupperne med metodekortet om ”Tjek på engineering-processen”. Nogle er ikke nået så langt endnu, men formålet er at de fastholdes i, at de er i gang med denne proces. | Introvideo *Cub Scout Pinewood Derby* ses hjemme.    Lektie:  Idéen til vores projekt kommer fra USA, hvor "Pinewood Derby" er en ting som fædre og sønner ofte deltager i sammen. Du skal se denne video, og så skrive fem variable ned som du kunne forestille dig, har en betydning for hvilke biler der er hurtige eller langsomme.    Introdokument (se øvrige filer).    LightBurn-fil med prototypen (se øvrige filer).   Metodekort: ”Tjek på engineering-processen”. |
| **2** | Et billede, der indeholder cirkel, tekst, skærmbillede, logo  Automatisk genereret beskrivelseEt billede, der indeholder tekst, cirkel, Font/skrifttype, logo  Automatisk genereret beskrivelse | Kort lærerintro og rammesætning af lektionen.    Fortsat arbejde med at få skåret og testet gruppernes første bil.  Introduktion til gruppens logbog og logbogsskrivning 1. | *Formålet med denne lektion er at de sidste grupper får skåret, samlet og afprøvet deres bil, samt at alle bliver introduceret til logbogen og får tid til at skrive i den.*    Læreren viser i begyndelsen af lektionen igen EDP-modellen i plenum og får bud fra grupperne på hvor de er lige nu. Det kan måske blive en smule ustruktureret, men formålet er et fælles tjek-in ift. at vi arbejder med EDP og at evt. tvivlsspørgsmål kan komme op til gavn for alle.    Resten af grupperne skal have skåret og testet deres bil.    I slutningen af lektionen skal der sættes tid af til introduktion af logbogen og gruppens første logbogsskrivning. Logbøgerne skal være tilgængelige online, fx i OneNote el.lign. så læreren kan tilgå dem.    I slutningen af denne lektion, kan man desuden sætte tid af til, at grupperne får givet deres bil et navn og at de aftaler at tage materialer med hjemmefra til næste lektion, som kan bruges til udsmykning (lektien til lektion 3). | Metodekort: ”Logbog”. |
| **3** | Et billede, der indeholder tekst, logo, skærmbillede, Font/skrifttype  Automatisk genereret beskrivelse  Et billede, der indeholder cirkel, skærmbillede, Grafik, logo  Automatisk genereret beskrivelse  Et billede, der indeholder cirkel, tekst, skærmbillede, logo  Automatisk genereret beskrivelse | Lektionen begynder med en lærerintro til metodekort (”Bordet rundt” og ”Hvilken ide vælger vi?”)    Arbejde med forbedringer.    Udvælge en variabel og teste effekten af ændringer i denne ved at modificere bilen og lave målinger der undersøger denne variabel.  Eleverne sætter nye forsøg i gang. | *Formålet med denne lektion er at grupperne bliver introduceret til en metode til at få og udvikle ideer, samt at de får udvalgt en ide og kommer i gang med at forbedre deres bil.*    Eleverne skal i løbet af lektion 3 og 4 udvælge og undersøge mindst to variable, som de mener har betydning for bilens fart.    Mind eleverne om at fotodokumentere deres proces.    I begyndelsen af lektionen introduceres metodekortet ”Bordet rundt”, som skal bruges til at facilitere gruppernes proces med at komme i gang med forbedringer af deres bil.    Desuden introduceres metodekortet ”Hvilken ide vælger vi?”, som bruges i forlængelse af ”Bordet rundt”, så de får udvalgt en ide at gå videre med.    Der sættes tid af til at grupperne kan komme gennem processen med disse to metodekort.    De skal planlægge hvordan de vil foretage ændringerne ved bilen, og hvordan de vil måle og dokumentere resultatet af denne ændring.    Tal med eleverne om at gode ideer er noget vi får og udvikler sammen ved at alle byder ind og bliver hørt, inden der tages beslutninger.    Der kan godt gå noget tid med dette, og tempoet kan være meget forskelligt fra gruppe til gruppe, men det er vigtigt at facilitere at alle elever i gruppen kommer til orde og får en stemme i at være med i beslutningerne.    Der skrives ikke logbog i denne lektion, men først i næste lektion igen – medmindre man har tid til det og synes det giver mening – men det kan også sætte elevernes proces med at få og udvælge en ide under yderligere tidspres.    Dog tager man i slutningen af denne lektion igen metodekortet ”Tjek på engineering-processen” frem og lader grupperne kigge på deres egen proces. | Lektie: Medbring pynt eller andre former for ekstraudstyr til din gruppes bil, så I kan pimpe den ;-).    Metodekort: ”Bordet rundt”.  Metodekort: ”Hvilken ide vælger vi?”    Metodekort: ”Tjek på engineering-processen”. |
| **4** | Et billede, der indeholder cirkel, tekst, skærmbillede, logo  Automatisk genereret beskrivelse  Et billede, der indeholder cirkel, skærmbillede, Grafik, logo  Automatisk genereret beskrivelse  Et billede, der indeholder tekst, skærmbillede, Font/skrifttype, logo  Automatisk genereret beskrivelse  Et billede, der indeholder cirkel, skærmbillede, logo, Font/skrifttype  Automatisk genereret beskrivelse | Arbejde med forbedringer.    Udvælge en ny variabel og teste effekten af ændringer i denne ved at modificere bilen og lave målinger der undersøger denne variabel.    Arbejdstegning.    Logbogsskrivning 2. | *Formålet med denne lektion er at fortsætte arbejdet fra lektion 3 og blive færdig med at undersøge den første variabel samt udvælge en ny variabel med baggrund i samme proces som i lektion 3 og komme i gang eller måske endda færdiggøre undersøgelsen.*    I denne lektion kan processen også støttes af metodekortet om arbejdstegning. Det kan man i princippet også tage ind i lektion 3, men så vil eleverne i denne lektion møde tre nye metodekort, hvilket nok vil være for meget hvis de også skal nå at arbejde på bilen og lave målinger.    I denne lektion kan man overveje at give eleverne noget viden om den fysik der ligger bag bilernes bevægelse, hvis man ønsker at sikre sig at alle får arbejdet med denne viden.  I dokumentet om databehandling, kan de se et eksempel på hvordan systematiske målinger af en variabels betydning kan foretages og dokumenteres.  Dette kan også udskydes til lektion 5, hvis grupperne har brug for tiden til at gøre deres undersøgelser færdige. | Metodekort: ”Arbejdstegning”.    Databehandlings-dokument (se under filer).    Metodekort: ”Logbog”. |
| **5** | Et billede, der indeholder cirkel, skærmbillede, Grafik, logo  Automatisk genereret beskrivelse  Et billede, der indeholder cirkel, skærmbillede, logo, Font/skrifttype  Automatisk genereret beskrivelse | Lærerintro til måder at måle bilens fart (eller grupper der underviser hinanden).    Arbejdet med at forbedre bilen fortsætter.  De hurtige grupper kan måske nå at identificere og lave en måleserie med endnu en ny variabel, og de grupper der måske stadig er i gang med de to første variable, kan nå at blive færdige. | *Formålet med denne lektion er at grupperne bliver færdige (eller næsten færdige) med de sidste forbedringer, samt at eleverne bliver bekendt med forskellige metoder til at måle bilernes fart.*    Medmindre nogle grupper selv har taget initiativ til at begynde at anvende fartmålere, har al bestemmelse af fart sandsynligvis været måling af gennemsnitsfart i hele eller dele af bilens bevægelse.    I denne lektion kan man derfor vælge at introducere brugen af fx fotoceller eller bevægelsessensorer og lade eleverne måle fart med disse.    Måske nogle grupper allerede har gjort sig erfaringer med fartmåling med sensorer. Så kan man overveje om grupper fx kan undervise hinanden i hvordan de har målt fart med udstyret. |  |
| **6** | Et billede, der indeholder cirkel, Grafik, logo, Font/skrifttype  Automatisk genereret beskrivelse | Tid til sidste forbedringer og afsluttende målinger.    Grupperne går i gang med at lave deres præsentationer (poster).  Logbogsskrivning 3. | *Formålet med denne lektion er at eleverne bliver helt færdige med forbedringer og målinger, og har deres bil klar til lektion 7, samt at de kommer i gang, og måske bliver færdige, med deres præsentation til lektion 7.*    Lærerintro til metodekortet ”Engineering-poster”    I slutningen af denne lektion skrives igen logbog.  Læreren går rundt og snakker med grupperne om hvordan de har arbejdet, og hvad de har fundet ud af siden logbogsskrivning 2.  Læreren har læst logbøgerne inden lektionen. | Metodekort: ”Engineering-poster”. |
| **7** | Et billede, der indeholder cirkel, Grafik, logo, Font/skrifttype  Automatisk genereret beskrivelse | Afslutning af forløbet.    Præsentationer gruppe til gruppe.    Race Day!    Afsluttende logbogsskrivning.    Evaluering af forløbet | *Formålet med denne lektion er at eleverne får præsenteret deres arbejde med fokus på deres løsning på udfordringen og refleksioner over deres proces, samt at afvikle det afsluttende race og evaluere forløbet.*    Grupperne præsenterer deres bil og arbejdsproces sammen med en makkergruppe.    Grupperne sættes først sammen med makkergruppen i denne lektion (eller evt. i slutningen af lektion 6). Så kan læreren lettere vurdere hvilke grupper der giver bedst mening at sætte sammen, fx så man sørger for at de har testet forskellige variable, hvis muligt, eller hvis andre forhold gør sig gældende, som man skal tage i betragtning.    Derefter afholdes der løb med fx to indledende heat og et finaleheat. Dette kan man godt festligholde lidt med en præmie eller et diplom el.lign. :-).    Afsluttende logbogsskrivning med fokus på at evaluere og reflektere over hele processen.    Til sidst evaluerer læreren forløbet med eleverne som man finder det bedst. | Præsentationen skal være klar til denne lektion.    Metodekort: ”Engineering-poster”. |

**RELEVANTE LINKS/Artikler/Film**

Til præsentationen af udfordringen og som en del af narrativet kan man bruge:

* Club Scout Pinewood Derby  
  Introvideo om Pinewood Derby. Inspirationsvideo til forløbs første lektion: <https://youtu.be/wIEode-rH8I?si=-mTcPVMn1E-TygFJ>
* EASY Pinewood Derby Car WINS using Science!!!  
  Meget dybdegående video. Måske mest til læreren, eller elever der ender med at grave sig meget ned i detaljer: <https://www.youtube.com/watch?v=-RjJtO51ykY>
* Links til forhandlere af træ velegnet til laserskæring  
  Lasersupply: <https://lasersupply.dk/>  
  Maskinfabrikanten: <https://www.maskinfabrikanten.dk/forbrugsmaterialer/>

**elevmaterialeR**

Metodekort:

* Tjek på engineering-processen.
* Logbog.
* Bordet rundt.
* Hvilken ide vælger vi?
* Arbejdstegning
* Engineering-poster.

Filer:

* Intro\_Pinewood\_Derby.docx (Introduktionsdokument til lektion 1).
* Den\_rappe\_racerbil.lbrn2 (LightBurn-fil med prototype-bilen til lektion 1).
* Databehandling\_Pinewood\_Derby.docx (Eksempel på databehandling til lektion 4).